

從極端降雨環境再談集水區經營

◎林業試驗所集水區經營組・黃瓊瑜 (tfrihpc@tfri.gov.tw)

臺灣地區之極端氣候現象已成常態

古諺有云：「風調雨順，國泰民安」。看似稀鬆平常的一句話，但是這半年多來，相信很多人對這句話所隱含的意義，必定感受深刻！現實情況是：由於風不調、雨不順，已經嚴重影響民生經濟和環境生態了。

嚴格說來，是該從2014年(民國103年)的7月份開始檢視，因為應有的豐沛降雨量，竟然不見蹤影；循例造訪的颱風老是過門而不入，加上連續的高氣溫現象，已經讓有經驗的學者專家們，不禁憂心忡忡。因為就臺灣地區的全年降雨型態而言，很清楚的分為乾季(11月~翌年4月)和濕季(5月~10月)。根據交通部中央氣象局的統計資料，臺灣北部(臺北)全年每個月降雨的變化量，還算平緩(如圖1

之紅色條柱)；到了臺中區域(綠色條柱)和東部花蓮(黃色條柱)，就相對比較明顯了；到了南部的高雄(藍色條柱)，那變化就非常極端。我們換個方式來表達，如果將濕季的降雨總量和乾季的降雨總量做一比較結果：北部是62%：38%、中部和東部是79%：21%、南部是89%：11%。看到這樣的數據，我們將可以確定的一個事實是，臺灣南部冬季缺水基本上是自然水文條件的問題。

臺灣位於亞熱帶地區，各地的年雨量相當豐沛，但近年全球氣候異常，降雨特性已逐漸轉變，以臺灣北部地區8個氣象觀測站，分析近10年該地區降雨量概況(圖2)。由其降雨折線圖可知，降雨曲線多呈下降趨勢；若各個氣象站以各年降雨量多寡排序排列，則顯示2014年為近10年相對乾旱的一年。其

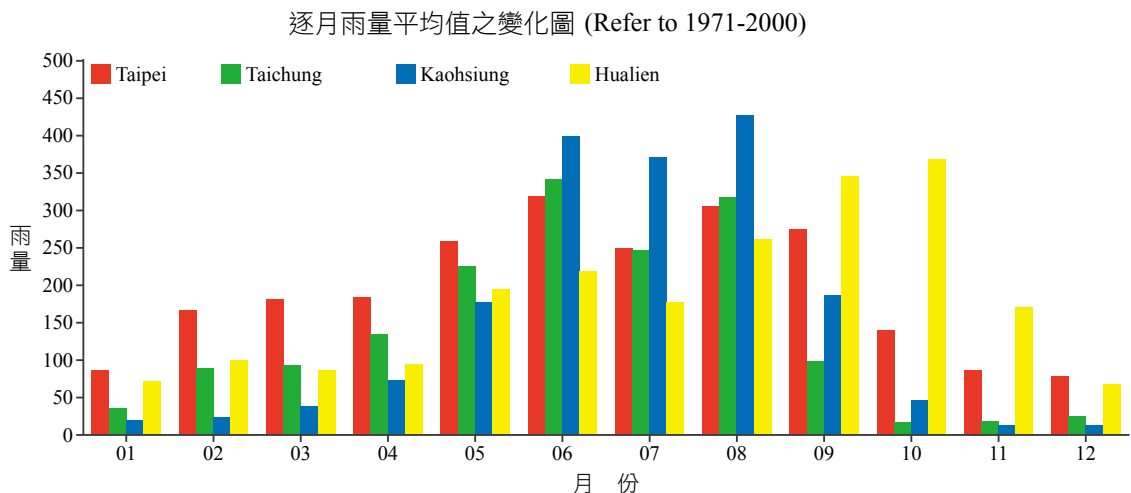


圖1 臺灣地區長期月平均雨量統計圖

(資料來源:交通部中央氣象局網站。 http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/climate_info/statistics/statistics_1_2.html)

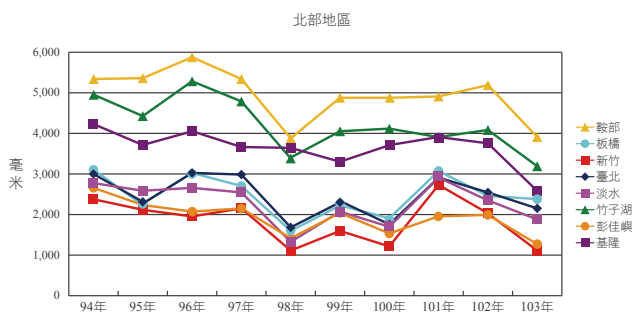


圖2 臺灣北部地區十年之年平均雨量變化
(資料來源：經濟部水利署水利統計簡訊2015.01.30)



圖4 臺灣地區限水狀況通報燈號
(資料來源：經濟部水利署2015.04.23網站公告)

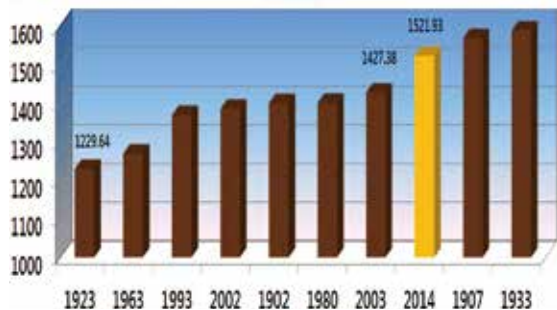


圖3 1897年以來臺灣年降雨最小值排行榜
(資料來源：天氣風險管理開發公司整理資料)

實，我們再將時間拉長，統計資料從1897年開始起算，找出全臺灣年降雨量最少的年份前10名做一排行榜(如圖3)。最少雨量的一年是1923年的1229.64毫米，在2014年平均累積雨量為1521.93毫米，名列第8。而且2002年和2003年也在名單中，如果記憶沒有消退的話，那兩年當中石門水庫幾乎見底，整個庫區乾涸到幾乎成為大峽谷，應該是臺灣近十多年來發生的最大乾旱事件之一。

針對2014年底至2015年初臺灣地區異常乾旱的現象，經濟部水利署不得已採取不同地區不同階段的限水措施。最嚴重的石門水庫供水區域，自2015年4月8日起進入第三階

段限水；若降雨情況繼續不樂觀，則高雄地區恐怕將於5月初也要跟進(如圖4)。在這種情形下，不論是政府管理單位、學者專家、各類媒體和名嘴，無不競相提出解決問題的方案和論調。如果大家還記得的話，在2009年6、7月份的時候，臺灣亦面臨乾旱缺水狀態，有關單位也是一陣子手忙腳亂的緊急因應。料不旋踵，8月8日就來了一個超級大颱風「莫拉克」，它帶來空前的破壞力和嚴重災害，至今猶未能完全恢復。以臺灣先天的自然條件和後天的人文條件而言，這種所謂「雨多則澇，雨寡則旱」的現象，將成為常態。

一波及時梅雨鋒面，稍解臺灣中南部缺水危機

臺灣所處地理位置，在冬季盛行東北風，夏季改吹西南風。當每年5、6月春夏交替之際，東北季風就逐漸減弱，而來自西南方熱帶海洋的季風逐漸增強、並向北推進。此時冷暖氣團便會在華南至臺灣一帶交會，

表1 104年梅雨期間高屏地區主要降雨紀錄(資料來源：中央氣象局)

雨量站 雨量(mm) 降雨日期	西大武山	藤枝	多納林道	尾寮山 (三地門)	御油山 (鳳崗)	大津	納瑪夏 (民生)	六龜 (市區)
5/23~24	184	164	136	134	95.5	74	60	58
5/24~25	601	446	408	403	398.5	296	459	267
5/25~26	192.5	126	157	145	129.5	90	69	80
5/26~27	86	99	79	81.5	128	36.5	99	61.5
5/27~28	15	22.5	37	21.5	24.5	5.5	15	18
5/28~29	3	3.5	1.5	1	5.5	2.5	20	5.5
總計	1,081.5	861.0	818.5	766.0	781.5	503.5	722.0	490.5

形成一波又一波的鋒面系統，在華南、臺灣附近徘徊，並逐漸向北移至長江流域，同時在臺灣東邊的太平洋高氣壓，也因其強弱和推移速度，影響整個區域的雲系分布。在鋒面帶上氣流不穩定，加上擁有充沛的水氣而有中小尺度對流發生，造成天氣劇烈變化現象，出現連續性的降雨並造成局部性大雨、豪雨，若是滯留鋒面徘徊影響，導致陰雨連綿數週。這段期間恰好是大陸江南一代梅子成熟期，因此稱之為「梅雨」，也是臺灣地區春雨主要來源。依過去經驗顯示，臺灣5月梅雨季開始後，雨量就轉為豐沛，挹注乾季後水庫的不足，提供春耕之所需。不過今年很不一樣，因為美國海洋暨大氣總署(NOAA)根據其氣候預報中心(Climate Prediction Center)觀測資料太平洋赤道區2015年5月份的表層海水溫度分布圖以及對流雲系的發展狀況，確認聖嬰現象的「事件」正在發生當中。因為中太平洋的海水溫度持續飆升，使得臺灣梅雨季的降雨情況更加不穩定，造成的影響是：梅雨到達期間的變動和降雨量的異常。

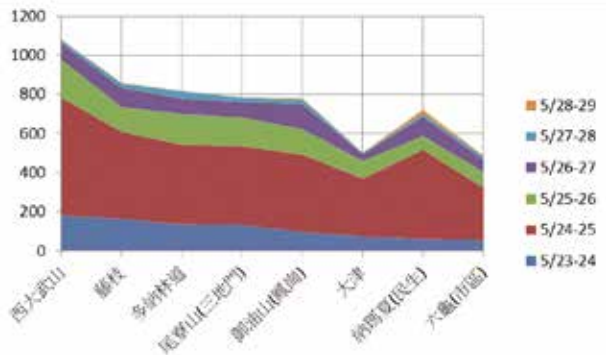


圖5 104年梅雨期間高屏地區主要降雨累積量

果不其然，延至5月20日梅雨鋒面報到第一天，就為臺灣帶來接近大豪雨等級的降雨，臺中大甲日累積雨量約186 mm居冠，彰化、苗栗累積雨量也都有160 mm以上，並且持續往臺南和高屏地區延伸，原屬於第二和第三限水階段的南臺灣地區，卻馬上面臨水患危害，可見得臺灣環境承受力之薄弱；這一波鋒面降雨在高屏地區滯留約一星期(05/22~05/29)，經整理中央氣象局的資料後，其結果如表1和圖5。相較於2009年莫拉克風災所帶來多項破紀錄的超大雨量，表1的各項數據都還在可承受

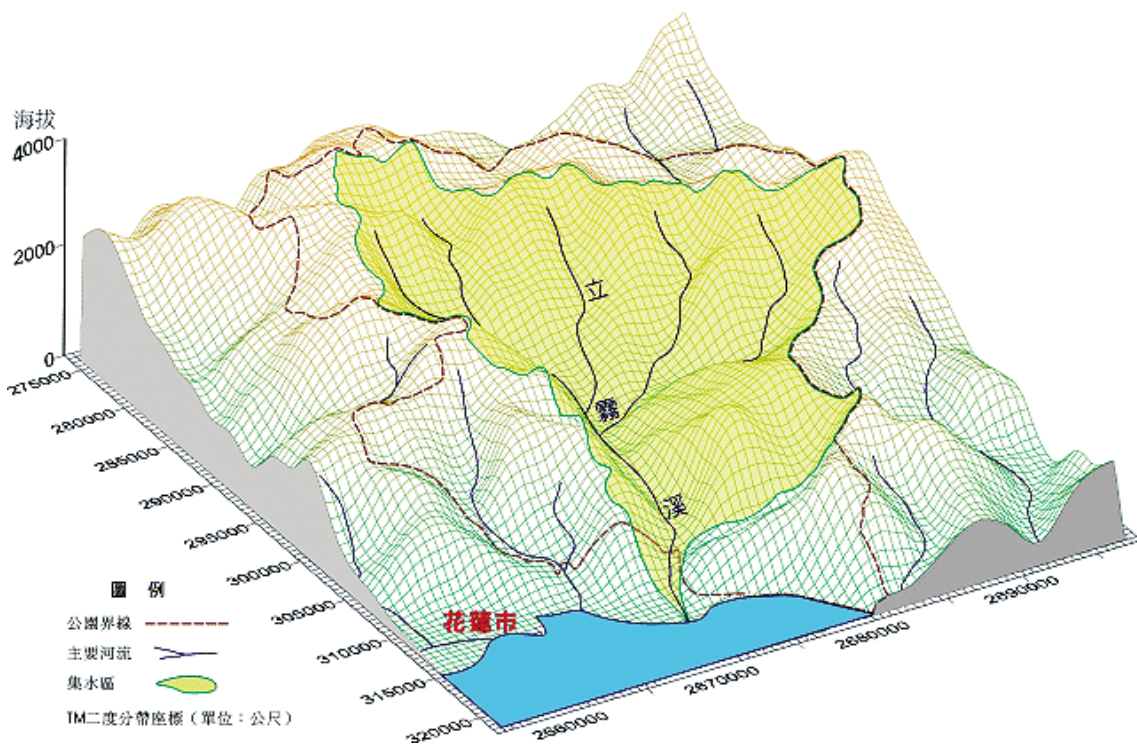


圖6 立霧溪集水區地形示意圖(資料來源：太魯閣國家公園網頁)

的範圍，因此並未帶來明顯的災情，其實這狀況若是發生在世界大部分地區，必定是產生大災難。但是未來7、8月份的狀況如何，尚未可逆料，總之絕對不能掉以輕心。

合理的集水區經營是基本功

難道我們就提不出長治久安的解決之道嗎？其實只要有心的話，透過論壇、研究成果、專家專訪、研討會論述，以及媒體和網路資料，可以找到一大堆有用資訊；綜合其對水資源的有效使用和管理對策，不外乎「開源」和「節流」兩大方向而已，其內涵所涉及的專業知識和技術相當多面和深入，已成為當代極為重要之領域，相關論述何止汗牛充棟。但

是，其中有關「集水區經營」的理念，是水資源保育的重要基石，值得在此做進一步闡述。

所謂集水區，是指降水匯合而集中排出的一個地理與生態單元(如圖6所示)。所以河川的任何一點，均可做為一集水區逕流的匯集口。若一集水區內的土地使用型態是以森林為主，則稱之為森林集水區；若是以一個水庫的大坝作為匯集口，就稱之為水庫集水區。集水區經營的意涵是：在一集水區內從事有關環境因子基本資料的蒐集、調查分析，規劃保育之經營方法，評估經營之成效，以達成對集水區相關資源最合理的經營管理。因此，河川上游集水區經營的目的可具體列舉如下列事項：(一)調節溪流量。

(二)維護溪流水質。(三)防治水患為害。(四)減少泥砂淤積。(五)保育自然資源。

故而，集水區經營是多目標的工作，其中項目有相輔相成的，亦有相逆相剋的，在規劃一個經營方案時，常需就各項活動的優先順序做一評估，以決定何者為主要實施重點。依臺灣地區目前需要及往後發展的趨勢而言，集水區對水土資源保育，應為首要考慮的目標。而且集水區的範圍內有沒有森林的存在？數量和種類分布為何？生態系的結構內容是否健康？這些因素將影響整體水土資源的保育成效甚鉅。森林是一個作用很複雜的生態體系，包括有樹冠層、林下植被、枯枝落葉、土壤、根系，以及活動於其間的動物微生物。這些因子將對水循環過程中的截留、蒸發散、滲透、逕流、地下水等，均有不同程度的影響，其中仍有許多細節尚未完全清楚。但是綜合而言，降水經由森林的作用後，對水量具有「平準化」的效果；對水質具有「濾淨化」的功能。

簡而言之，森林涵養水土資源的功能，



乾季時森林集水區仍有穩定的溪水流量(黃瓊瑜攝)

可分成若干項：森林對降雨的截留作用，可減少有效雨量及其所引起的逕流量，對於強度大的降雨，具有相當的緩和效用；林木可促進蒸發散，消耗多量的土壤水和地下水，增加土壤保水容量，減少地表逕流及沖蝕；促進土壤發育，增加孔隙直徑和比率，有利於水分滲透，增加土壤水的貯留量、滯留量和地下水量；藉著枝葉層和土壤的過濾效果，淨化水質，使自森林地帶流出的水乾淨清潔，且含有微量礦物質；消滅雨滴直接擊打土粒的能量，減少表土沖蝕；根系可有效的固著土塊，防止崩塌並減少泥砂流出等等。

對水資源保育而言，集水區經營是一帖固本培元的藥方。它不是救急的的策略，而是需要長期持續努力的投入工作。老天經常不下雨時，集水區無法自己無中生有的流出大量的水來；但是當老天降下足夠的水時，管理良好的集水區會將寶貴的水經過淨化、儲存、滯留的程序，慢慢地釋放出來，再輔以人為設施(水庫、埤塘)提供我們長時間的使用。有一句話講得很貼切：當還有水的時



乾淨而穩定的水源令人心安(黃瓊瑜攝)



翡翠水庫是大臺北地區重要水源(黃瓊瑜攝)

候，討論節約用水才有意義；等到沒水了才談如何省水，恐為時已晚，但是還是得努力去做。所以集水區經營是屬於未雨綢繆且慢工出細活的永續工程，它是附屬在國家永續經營中的一個小而重要的環節。

以環境變遷大尺度的前瞻性思維 才是長久之計

臺灣山區及沿海聚落受災將成常態，須有長期防災的準備。從1996年的賀伯颱風以降，經歷921地震、敏督利颱風、莫拉克風災，讓我們深切體認到一個事實：因氣候變遷導致環境變遷，臺灣將面臨越來越劇烈的天然災害已不可避免。以全球性的尺度來看，極端氣候變化日益顯著，平均溫度持續上升、海平面升高、乾旱、豪雨及洪水發生頻繁、颱風強度增強，其威脅幅度日益擴大。臺灣不宜再以強制性工程為主來試圖阻擋及消除災害，而應該以新思維，將避災行為轉為以尊重及順應自然的減災行為；換句話說就是需要全面轉換成新思維，來降低和減少災害的幅度。未來進行的相關策略和措施，應

以積極復育過度開發山地地區、河川區域、海岸及嚴重地層下陷地區的生態環境，促進環境資源永續發展，降低自然災害的發生，減緩災害所造成的危害，減少人民生命財產的損失，促進自然資源和生態系之永續發展。因而早在十年前，由政府主導推動的「國土計畫法」，就是基於環保永續的觀點，對我國國土利用提出總體規劃。因為它立法目的是促進國土資源合理配置，以有效保育自然環境、滿足經濟及社會文化發展之需要，提升生活環境品質，並確保國土永續及均衡發展。很可惜的，因為爭議事項太多、各方團體無法達成共識，至今仍未能見到突破立法之契機，更遑論如何排除執行層面上將會遇到的阻礙。

氣候變遷成為全球重大議題，同時更是臺灣面對的困境。在於其變遷當中，直接或間接影響了現在和未來人類生活的政經面貌。我們很難斷定自然系統本身的震盪和人類活動，到底哪個是當前氣候變化的決定性力量。但是，我們確知氣候變了，其他環境因素也變了，災害也增多加劇了。在無可逃避的情況下，我們只有以正確而積極態度來「面對它、接受它、解決它、放下它」。氣候變遷不但已經是進行式，未來也會繼續影響世界每一角落，不分種族、不論領域都得面臨衝擊。臺灣真的必須認真思考，以跨部會、跨領域的因應方式，訂定國家層級的長遠計畫，迎戰氣候變遷帶來的全面考驗。何況臺灣是個水資源貧乏的國家，水災和旱災交替形成，使得我們用水的環境和條件日趨惡劣，已經沒有時間讓我們再遲疑下去了。☸